引用格式:隆云滔, 王哲, 许哲平, 等. 推动国家资助科研项目成果开源开放的国际经验借鉴及思考. 中国科学院院刊, 2024, 39(1): 152-162, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20230713004.
Long Y T, Wang Z, Xu Z P, et al. Experience and thinking of promoting open source of achievement of state-funded scientific research projects. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2024, 39(1): 152-162, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20230713004. (in Chinese)

推动国家资助科研项目成果开源开放的国际经验借鉴及思考

隆云滔[1†] 王 哲[2†] 许哲平[3,4] 王 涛[5] 包云岗[6*] 武延军[7] 朱其罡[8] 顾 荣[9]

1 中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190
2 清华大学 公共管理学院 北京 100084
3 中国科学院文献情报中心 北京 100190
4 中国科学院大学 经济与管理学院信息资源管理系 北京 100190
5 国防科技大学 计算机学院 长沙 410073
6 中国科学院计算技术研究所 北京 100190
7 中国科学院软件研究所 北京 100190
8 开放原子开源基金会 北京 100176
9 计算机软件新技术全国重点实验室（南京大学） 南京 210023

摘要 数字经济时代，开源创新活动已成为从源头上激发创新活力的动力之源，正在成为数字公共产品高质量供给的重要来源。文章着眼于推动国家资助科研项目成果开源开放的重要性，总结全球主要国家地区对国家财政资助科研项目成果开源开放的实践经验与政策举措，分析我国在推进政府资助科技项目成果开源开放的挑战。在此基础上，提出促进我国构建科技成果开源开放机制的建议。

关键词 国家资助，科技项目，开源创新，数字公共产品，科技成果

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20230713004

CSTR 32128.14.CASbulletin.20230713004

数字经济时代是挑战和机遇并存的变革时代，基于开源模式在信息技术领域实现颠覆式创新和跨越式发展，对我国实现科技高水平自立自强具有重大战略意义。开源社区则是现代信息化基础软件开发与演进

†同等贡献
*通信作者

资助项目：中国科学院战略研究与决策支持系统建设专项（GHJ-ZLZX-2023-11），中国科学院科技战略咨询研究院院长青年基金（A类）（E2X0531Q），中国科学院文献情报能力建设专项（E1290002）
修改稿收到日期：2024年1月9日

的重要渠道，开源生态是构建与融合各方面数据、创新资源综合化体系目标的关键途径，在推动软硬件信息化产业生态建设上发挥了重要作用，引起决策部门的深入关注。

2021年3月，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》“加快数字化发展 建设数字中国”部分，提出“支持数字技术开源社区等创新联合体发展，完善开源知识产权和法律体系，鼓励企业开放软件源代码、硬件设计和应用服务”。这是“开源”首次被写入国家战略规划。2023年2月，中共中央、国务院印发的《数字中国建设整体布局规划》明确提出，数字中国建设按照“2522”整体框架，即夯实数字基础设施和数据资源体系“两大基础”，推进数字技术与经济、政治、文化、社会、生态文明建设“五位一体”深度融合，强化数字技术创新体系和数字安全屏障“两大能力”，优化数字化发展国内国际“两个环境”。

在此背景下，本文探讨推动国家财政资助的科技项目成果开源开放对推动数字公共产品体系构建的意义价值、具体举措和思考建议。本文研究成果有助于更好地配合国家有关开源生态发展促进政策落地，也有利于数字技术尤其是底层软硬件技术创新加速迭代优化，从源头上丰富创新性与探索性科技成果，最大程度激发全社会的创新活力与创新动力。

1 国家资助科研项目科技成果开源开放的意义与价值

“开源创新”是一种通过开放媒介和资源共享来实现知识创造和知识产品生产的人类经济社会领域协作活动[1-3]，其创新产出通常基于大规模、分布式、群智化的人类协作参与[4,5]。在开源创新活动背后，以开源软件、开放数据、开放人工智能模型、开放标准和开放内容为代表的数字公共产品的质量，以及开源创新活动的开放性（以下简称“开源开放”）对国家科技创新发展与进步至关重要，如：对提升国家科技资源配置的有效性，对构建有国际竞争力的全球科学中心，以及吸引全球高端科技人才具有重要意义。随着社会发展和语言变迁，“开源”一词被应用到科技、经济等各行各业，同时也被赋予新的时代含义。开源的核心要义是平等、自由、协作、开放、共享、创新。

从开源发展的历史沿革上看，开源软件从最初美欧科学共同体之间自发的源代码学习与分享；基于开源软件的开源产业规模及创新生态发展到如今，已经历了半个多世纪的发展过程。软件开源创新的发展历程，本质上就是价值创造与经济利益之间博弈的历史。数字经济时代，软件已成为像学术论文、科技报告、专利和标准一样的知识产品的重要学术成果的表现形式，已成为涉及所有软件可定义领域的科技成果的重要形式。软件成果开源开放已经成为开放科学的典型实践和重要组成部分[6]；通过开源开放形式促进多种可能的技术创新组合，从而构筑技术堆栈，培育高质量和前沿性的独角兽企业，以便提供更多技术产品服务，促进经济社会发展。

1.1 开源创新成为数字时代全球数字公共产品供给的关键来源

*开源创新产品的数字公共产品地位已经成为全球共识。*2020年6月，联合国发布“数字合作路线图”报告①，首次公开强调“数字公共产品必须采用开源形式，这是通过互联网增进人类福祉的关键”；该报告提供了第一个被公众广泛接受的数字公共产品的范围与规定：“开源软件、开放数据、开放人工智能模型、开放标准和开放内容，遵守隐私和其他适用的国际和国内法律、标准和最佳实践，不对他人造成损害。”全球范围内对将开源技术作为数字公共基础设

① UN Secretary-General’s Roadmap for Digital Cooperation. (2021-01-21)[2023-04-15]. https://shanghaiopen.org.cn/blog/1/26.

施服务的观点成为共识，得到来自私营部门、政府和民间社会的20多个主要经济体的认可。开源开放作为科技创新重要的协作模式，已成为推动全球信息技术发展的重要力量，也是数字公共产品的典型生产供给方式。开源创新能够充分发挥数字技术的潜力，尤其在推动操作系统、中间件、数据库和芯片等底层基础软硬件协同研发应用方面具有重要作用。同时，开源创新也可以推进科研和数据开放共享，实现集思广益，促进研究的汇聚与激发。

*开源创新正在成为信息技术领域进行大规模协作的重要实践。*其对于新的软硬件开发方法、科学论文传播途径和数据获取方式产生影响，并改变信息技术产业格局和科学出版模式。新一代信息技术快速发展，开源已成为前沿科学创新和技术创新的重要支撑，并对整个信息技术产业的发展格局产生深远的影响。开源技术已支撑90%以上基于互联网分发的信息技术产品，推动了一大批小而精的创新型企业发展壮大。到2020年，95%以上的主流信息技术（IT）企业和组织直接或间接地在其关键解决方案中使用开源软件和开源技术，开源已经成为数字时代最重要的技术支撑之一[7]。

1.2 开源开放是共享科技成果、推进科创协同的重要模式

*开源开放是实现产学研用协同发展的重要模式。*开源软件源代码的拥有者通过开源许可证赋予被许可人对软件进行使用、修改和传播的自由。相比闭源软件，开源软件孕育出众包、开放式创新、用户创新、创新公地等全新创新范式，在技术进步和商业发展中均取得巨大成就。在开源开放过程中，科技巨头积极参与、开源社区多样性并存，软件开源创新由此进入面向人机物融合环境的群智融合发展阶段[8]。开源开放通过群智共享，在使用中实现技术迭代升级和优胜劣汰，使得优秀成果不断推出和复用，让包括创新企业在内的全社会都能享受国家财政资金投入产生的国家科技成果，促进国民经济社会的高质量发展。

*开源开放有助于推进科研创新水平突破。*开放科学是未来的前沿趋势；伴随着数字技术快速发展衍生的新型学科，开放科学的实践促进了科学发展与技术进步。学者发现，公共部门在研究过程中所产生的知识应和公众共同享有[9]。2021年联合国教科文组织综合193个成员国意见形成的《开放科学建议书》是未来科研的重要发展方向。如此多国家共同参与完成《开放科学建议书》，也说明世界各国对开放科学的重视。同时，整个开放科学建设离不开各个模块的协同推进，包括其中重要组成部分的开源软件、开放数据、开放政策、开放论文、开放社区、开放参与等。通过包括开源软件在内的协同建设，为创新型国家建设和发展奠定了坚实基础。

*开源开放是财政资金开源节流的战略杠杆。*从财政资金的角度来看，采取开源开放路径有助于减少科技项目重复投入困境，优化财政资金分配，确保资源的有效利用，从而取得更高质量和更高效率的成果，同时也能促进经济的增长。例如，2021年欧盟《开源软件和硬件对经济影响的研究》报告指出，开源技术为欧洲经济贡献了650亿—950亿欧元②。开源可推进顶尖科技成果或创新不断迭代优化，有利于形成共创、共建、共治、共享的社会创新环境。对于国家财政资助的科技项目成果采取开源开放形式，在机制上可保障财政支出透明使用，从而提高公共财政效率。

1.3 开源开放是促进国际合作、参与国际治理的重要方式

开源开放是我国融入国际创新网络的重要路径。

② Open source powers the United Nations’ sustainability goals. (2021-11-20)[2023-04-15]. https://opensource.com/article/21/11/open-source-un-sustainability.

随着开源生态要素的逐步完备，鼓励优质开源软硬件项目“走出去”、吸引国际顶尖开源项目“引进来”，开源将成为我国融入全球创新生态的重要方式。2023年11月，我国在首届“一带一路”科技交流大会上发布了《国际科技合作倡议》，旨在倡导践行开放、公平、公正、非歧视的国际科技合作理念，坚持“科学无国界、惠及全人类”，携手构建全球科技共同体。联合国于2023年5月发布《我们的共同议程》政策简报“全球数字契约——为所有人创造开放、自由、安全的数字未来”，提出了全球数字公共产品的具体目标包括发展和管理数字技术，使其能够促进可持续发展、赋能人类、预测并有效解决风险，确保数字合作具有包容性，使所有利益相关方能够作出有意义的贡献。

开源开放是我国乃至全球各国实现联合国2030可持续发展目标（SDGs）的新方法。SDGs旨在2015—2030年期间汇聚全球能力解决各国共同面临的社会、经济和环境3个方面发展问题，以推动可持续发展。其中，开源技术已经成为联合国推动实现SDGs的重要方法，其提出了构建“开放源码适用技术”（OSAT）中央数据库的决议③，并整合建立了以“2030 Connect”为代表的一系列开放支撑平台，汇聚了以数字公共产品联盟（DPGA）和中国科学院地球大数据科学工程（CASEarth）等诸多联合国系统内外的知名合作方。开源成为我国参与国际治理的重要方式之一。

2 世界主要国家地区支持政府财政资助项目成果开源开放的政策举措

开源创新成果是国家科学研究成果的重要载体与表现形式。同时，开源是国家科技创新影响力传播的一个重要渠道和手段，有利于促进国际科技合作，并有助于汇聚全球顶级的智慧。全球主要发达国家和地区非常重视开源创新与开放科学的发展[10]，本部分梳理美国、欧盟、英国、法国及印度等国家和地区通过顶层设计、战略布局、体制机制、机构设置等方式推动科技成果开源开放。

2.1 加强顶层战略设计推动科技成果开放共享

美国是开源顶层战略设计的积极推动者。2023年2月，美国国家科学基金会（NSF）资助发布“启用开源生态系统之路”（POSE）项目④。该项目旨在利用开源开发的力量，为具有国家和社会重要性问题创造新的技术解决方案。2019年，美国国会通过《开放政府数据法案》《信息自由法》《阳光下的政府法》和《联邦政府信息资源管理政策》等一系列法规和政策。这些法规和政策旨在确保政府信息的公开，并将开放的政府数据视为联邦政府、合作伙伴和公众的重要战略资产进行管理。美国加利福尼亚州则于2018年推出“开源和代码再利用政策”以提升政府对开源软件的使用。这些法规和政策使美国政府在政府数据开放方面的迈出历史性步伐，原因是法规和政策假设所有政府信息都应默认为开放数据，机器可读、且可自由重复使用，使其在“改善政府运作、服务公民生活”上为公共和私营部门带来可观回报[11]。随着开源软件在美国国家安全方面扮演更为重要的角色，特别是2021年12月Log4j2漏洞爆发引发的安全问题，2022年9月美国民主党和共和党合作提出《保护开源软件法案》以加强开源软件保护；该法案首次将开源软件认定为公共数字基础设施，要求美国管理和预算办公室向联邦机构发布有关安全使用开源软件的指南。

欧盟将开源软件作为数字公共产品推广应用。2020年11月发布的《开源软件战略（2020—2023

③ Note on a proposed United Nations centralized database of open-source appropriate technologies. (2021-07-21)[2023-04-15]. https://unctad.org/publication/note-proposed-united-nations-centralised-database-open-source-appropriate-technologies.

④ Pathways to Enable Open-Source Ecosystems (POSE). (2023-02-01)[2023-04-15]. https://new.nsf.gov/funding/opportunities/pathways-enable-open-source-ecosystems-pose.

年）》提出，建立世界一流的公共服务，鼓励更多地使用开源软件来进行构建，鼓励共享和重复使用软件、应用程序，以及数据、信息和知识，以期通过共享源代码来为知识社会作出贡献；在此基础上，形成《有助于企业、创新者和公众利益的软件》报告，进一步推动开源软件作为数字公共产品的推广应用发展。

法国将数据写入政府法案。法国政府于2016年颁布《数字共和国法案》，该法案要求开放公共研究数据，将开放政府数据上升到国家法律层面；根据该法案，政府信息应以机器可读的格式，并在不损害隐私或安全的前提下，默认向公众开放[10]。

英国推动开源开放和数据交互性标准。英国于2017年发布《开放并使用开源代码指南》。该指南认为需要公开代码，并使用开源技术来提高透明度、灵活性和问责制。在2019年出台《数字服务标准》中要求政府部门选择合适的许可证开源所有新的代码。英国政府还牵头成立了“数字化五国”（Digital 5）政府间协调机制，意在促进开放标准、开放源码、开放市场及开放政府。2022年1月，发布《英国开放政府国家行动计划（2021—2023年）》，提出建立卫生健康数据的交互性标准，鼓励政府与开源社区进行合作开发，解决卫生健康数据不清晰、不透明的问题。

印度基于软件外包服务优势打造开源产业生态。2015年提出“数字印度计划”，努力在印度政府组织实施的所有电子政务系统中采用开源软件，作为与闭源软件相比的首选方案。该计划呼吁开源开发者、技术企业家和印度初创企业提交可实施的开源产品创新，以及可能应用于卫生、教育、农业、城市治理等领域的政府技术。“数字印度计划”的愿景是在全球范围内扩展和采用印度开源平台，实现全球包容性增长。印度政府宣布，其政府的所有软件服务和应用都将强制采用开源软件。印度许多初创技术公司也都是使用自由软件或开源软件建立起来。

2.2 成立专门机构执行优化开源开放运行机制

美国在成立专门机构运行开源开放机制方面走在世界前列。为促进资助项目科研结果的利用及转化，美国政府部门要求受资助的研究项目在规定时间内公开其科研成果和研究过程中的相关支撑数据等信息，这一规定由美国白宫科技政策办公室（OTSP）负责执行落实。受OTSP发布的《增加联邦资助的科研成果的获取》备忘录引导，美国海洋与大气管理局（NOAA）于2015年2月发布的《促进科研结果开放获取的计划》（*NOAA Plan for Increasing Public Access to Research Results*）明确指出，由纳税人资金资助的出版物和环境数据要及时向公众公开；对于由受限期刊发表的科研文章，要求不超过12个月的封禁期后即向公众免费开放。美国政府还对计划中资助项目的适用范围进行了规定。

欧洲在开源运行方面提出标准和合作机制。例如，欧盟于2018年在《开源软硬件对欧盟经济技术独立性、竞争力和创新的影响》报告中，呼吁建立欧盟的开源软件办公室，通过形成官方的管理机构，与数字基础设施的市场化管理机制形成补充，作为统筹力量全面服务数字基础设施发展需求，但尚未具体落实。英国内阁办公厅中央数字和数据办公室（CDDO）负责领导数字、数据与技术相关工作，为英国政府的数字化转型创造更好的条件。英国还成立政府数字服务局（GDS），由其制定和实施政府数字服务的技术标准，包括开源相关政策、数字服务标准、开放标准原则和技术实践守则，同时也代表英国政府协调和规范Linux基金会、万维网（WWW）联盟和统一编码（Unicode）联盟等开源社区。

2.3 多部门专门设立国家开放科学的行动计划

美国通过“开放科学年”计划推进开源科学工具落地推广。2023年，美国启动“开放科学年”纪念活动。这是一项跨联邦政府的多机构倡议，旨在通过各种活动参与开放科学，促进采用开放、公平和安全的

科学。其中，涉及的开源活动包括美国国家航空航天局（NASA）“开源科学计划”（Open Source Science Initiative）、美国国家海洋和大气管理局（NOAA）“联合预报系统”（Unified Forecast System）和美国国立卫生研究院（NIH）“面向开放科学的软件工具”（Software Tools for Open Science）等。通过开源工作与政府部门其他开放科学活动相结合，能够使开源工作更加落地和具体化。

欧洲主要国家积极推进国家开放科学战略。例如，法国政府于2021年7月发布《国家开放科学计划（2022—2024年）》。根据该计划，政府使用公共资金支持的研究数据、算法和源代码应采用开放许可方式传播和共享。该计划建立在法国2018年发布的第一个国家计划基础上，其范围扩展到与研究相关源代码，并首次将开源作为需要得到认可和支持的科学研究关键组成部分，以确保法国公共研究中所产生的源代码和软件可得到开发、维护和应用。荷兰政府于2022年启动NPOS（国家开放科学计划）项目，其设定的到2030年4个远景目标分别是：① 加强知识共同体（包括研究机构、政府部门、企业）之间的合作，包括研究机构、政府部门、企业；② 公开、有效、透明地进行科研活动（如质量保障、交流、评估）；③ 促进开放学术交流社区建设，消除获取和重用科研成果障碍，可持续获取和受益于知识；④ 知识创作成果（如数据和软件）都以FAIR方式——可发现（Findable）、可访问（Accessible）、可互操作（Interoperable）和可重用（Reusable）等进行共享服务。这4个目标也明确地将开源开放科研成果与其他计划结合起来，有力地促进其共享和利用服务。

3 我国推进政府资助科技项目成果开源开放面临的挑战

与世界主要发达国家和地区相比，我国在开源生态建设方面起步较晚，通过社会渠道进行开源创新产出数字公共产品的供给能力和多样性相对不足。因此，我国需要通过推动政府资助项目科研成果开源开放，促进科技成果被全社会充分利用和有效转化，为推动经济社会高质量发展作出更大贡献。目前，我国开源生态建设主要由行业领先企业推进，例如，华为鸿蒙操作系统生态和阿里云原生平台生态等，学术界和企业界联动开源有待进一步增强。与海外科技巨头和开源基金会等主要开源参与主体相比，国内一些科技企业在数字经济开源生态构建方面仍处于起步阶段，仍然存在一定不足。为了推动行业开源生态建设，政府和相关行政部门应当成为推动行业开源生态建设、鼓励多方融合创新、避免技术垄断封闭、营造市场公平竞争市场环境的重要推动者。与行业标准制定类似，政府可以制定和执行相关政策，提供支持和资源，促进不同企业、开源社区和创新者之间合作与协调，推动数字经济生态的健康发展。然而，我国在推进政府资助科技项目成果开源开放方面仍面临严峻挑战。主要体现在以下4个方面。

3.1 开源核心技术的主动创新能力相对不足

我国在开源核心技术的主动创新能力相对不足，具体体现在原创性开源技术储备不足、国际开源标准体系介入程度不高，以及对开源规则的运用不够熟练等方面。我国对开源软硬件的底层关键共性技术的原创度较低，尤其是操作系统、工业软件、底层芯片等被视为数字经济时代数字公共产品的基础软硬件技术上。这导致我国整体上对基于开源生态的关键技术、数据等的国际标准制定参与不足，对涉及技术创新源头的各类开源社区不同参与规则理解不深[7]；进而，导致与全球开源社区融合较为困难——我国仍然缺乏具有国际影响力的开源的“明星”项目，这不利于我国未来从全球开源创新网络边缘节点走向更核心的创新网络位置。

3.2 开源生态多方深度协同局面尚未形成

在开源创新生态领域，企业、政府和社会三者之

间的协同模式尚未形成有机互动局面。国内高校院所、产业机构、大企业和创业企业尚未找到适用于成果转化的开源开放模式。目前，我国正在通过参与开源创新模式逐步构建起较为健全的新一代信息技术体系。但是，与国际开源创新形成的社会-企业-政府三元协同模式相比[12]，我国开源领域、开源项目和开源社区相对比较碎片化，缺乏“明星”项目和重大需求牵引，难以汇聚开源生态力量，不利于打造开源开放社区，也对我国市场主体参与全球开源开放创新网络建设不利。此外，政府部门或国有科技企业参与开源还存在一定的制度风险，如国有企业源代码捐赠涉及国有资产流失风险。

3.3 开源创新社会文化氛围尚不明晰

我国尚未形成崇尚开源创新的社会文化氛围，社会力量缺乏对开源治理活动的持续性资金投入和人才注入。从微观来看，既有研究表明中国开源创新参与者的社群文化体现出复杂和矛盾的一面[13]。在开源社区中，开源参与者既分享合作，又互相竞争，体现出一种“竞争式互助合作”的面貌；与此同时，在涉及开源项目管理和项目领导者职能发挥问题时，中国开源社群既表现出平等民主的各种努力又具有较强“个人崇拜”特征，显示出与国际开源文化“从下而上”“分散式协作民主”“去中心化”等有所不同的“中心化”“集中式”的特点。这种“中心化”导致一定程度地“独裁”，但这种“独裁”常常是由现实情况所决定而不得不为之。中国本土开源开放参与者的贡献少、使用多，且缺乏主体意识，习惯于领导中心制，这样更能保证项目的效率和进度[13]。但是，从创新发展规律上看，仅依靠中心化无法实现群智汇聚和多主体协同。

3.4 开源类国家财政资助成果管理尚不完善

目前，我国尚缺乏对开源类资助成果汇缴的管理规范。针对开放获取文献资源的管理，我国在2014年就相继发布《中国科学院关于公共资助科研项目发表的论文实行开放获取的政策声明》和《国家自然科学基金委员会关于受资助项目科研论文实行开放获取的政策声明》。针对科学数据，我国在2018年出台《科学数据管理办法》，相关部门也出台了相应的部门政策。但是，目前对于开源软件类科技成果并没有统一管理办法，这也直接影响了这些成果的分级分类、汇缴管理和开放共享。另外，国家资助科研成果很多都是前沿探索性的，专业性强、应用面窄；这些成果一旦没有汇缴和规范管理，对于国家整个科技工作的布局和可持续性发展会造成很大困难。

4 促进我国科技项目成果开源开放的思路与建议

根据《关于进一步加强统筹国家科技计划项目立项管理工作的通知》，自2022年起，科学技术部部分重大项目立项要求标明“推动将攻关成果或部分组件、功能模块开源，开源代码量不低于项目总代码量的25%”。为更大范围扩充科技成果开源开放的来源，建议国家相关部门进一步明确涉及软件代码类国有资产进行公益捐赠的政策和流程，从制度上保障科技成果开源开放的市场推广与产业应用，节约国家财政资金投入，提升财政资金的利用效率。

从实际调研工作来看，目前我国对国家科技项目成果相关的开源开放还没有形成制度性约束。基于此提出4个方面的建议。

（1）建立政府机构源码共享库和共享运维平台。①加强顶层设计。对内整合指导全国资源，对外多方协同，积极参与和贡献在SDGs的全球治理工作中。在科研领域，共同参与开放科学的总体建设，夯实我国未来智能的数字科研基础设施。②鼓励和引导国家资助项目软件类研发工作依托发源于中国的开源平台进行组织，推动独立功能服务模块的源代码开源共享。打造专业开源机构和源码共享库，在科技项目研发过程中广泛吸引社会各界力量参与，让项目承担方

在研发过程中就享受到开源带来的好处。③ 出台软件代码类国有资产进行公益捐赠的政策和流程。从制度上保障国有开发或科技成果开源开放。从多方入手，推动社会各方积极拥抱开源，构建共享运维网络，发挥各方优势，促进底层技术与服务模块耦合发展，共同推动开源创新生态建设。

（2）搭建国家开源开放的科技成果运营平台。① 大力支持开源模式探索。加强开源生态内在机理、理论方法和技术原理研究，建议科技企业、科研院所和高校建立开源办公室，规范使用开源技术，积极参与和贡献开源社区。② 构建开源软件生态的核心资产库。推动政府、大型科技企业、中小创业企业、科研机构和高等院校等多方参与开源建设，建议以中国科学院为牵头单位，联合相关方共同创建科技成果共享的开源开放平台。③ 建立公共开源支撑平台。促进构建适合中国软件开发者群体特点和协作习惯的开源工具和社区机制。④ 支持建立多个中文开源社区。为开源生态建设提供持续的技术支持。⑤ 加强开源软件人才培养。鼓励广大科研人员积极参与开源活动，打破企业和科研机构的界限，建立产学研用协作的开源实践平台，激活科技成果的市场价值和社会价值转化。⑥ 积极加强国际合作。融入全球数字公共产品的联合建设和推广中，使更多中国数字化成果得到认可和推广。

（3）将开源创新贡献纳入国家科技评价体系。① 构建新的开源技术人才评价和奖励体系。协同业务相关方，共建开源创新交流社区和“生态系统”，逐渐形成需求稳定、市场成熟、评价完善、人才完备、协同灵活良好开源局面。丰富科技成果认定评价内涵，将重要开源软件、开源硬件等纳入代表性科技成果认定范畴。② 将开源开放作为国家科技项目验收的重要参考标准之一。科学技术部、国家发展和改革委员会、工业和信息化部、教育部等相关部门通力协作，在国家财政资助科技项目立项指南中或招标文件明确要求，促进技术架构和技术文档的开放，并提倡关键基础性算法的开放透明；对于软件类成果，要求在不危害国家安全前提下，开源代码比例应达到一定程度，如不少于20%；对于硬件设备和试验环境需要设计机制，对全社会开放使用。③建立长效的跟踪机制。对开源的科技项目代码成果进行持续跟踪，通过“回头看”等方式考核实际效果，避免流于形式。④ 推动国家财政资助科技项目软硬件成果权属向数字公共产品方向发展，推进数字公共基础设施建设。从制度层面消除科研人员对开源开放的成果归属顾虑，特别是可明确规定涉及基础软件等底层技术的研发成果权属归全社会所有。同时，从基础设施层面鼓励科研成果在国内开源平台进行托管和演进，避免国家财政资助项目的成果流失。⑤ 将对开源生态的投入与贡献纳入科技评价考核体系中。将代码贡献、算法服务、编码测试、教育科普、技术培训、案例推广等如论文、专利一样的评价指标纳入国家未来的创新能力评价指数。鼓励科研院所、高校及央企国企加大开源投入力度，大力促进软件硬件开源产业的发展。

（4）促进国家科技项目成果开源开放的推广应用。通过多种方式促进科技项目成果开源应用推广，建设社区“生态系统”。① 加快研究开源知识产权认定法律法规。为有效处理开源软件著作权归属和代码知识产权等法律问题提供判例。② 尝试以政府采购的方式引导开源开放方案的市场化规模化转化。从推动国家科研项目成果开源开放着手，带动和引领全社会对开源开放活动的人财物投入，促进开源开放在政产学研用协作中发挥更大角色，推动数字公共产品的高质量供给。③ 加强对开源技术、开源理念和开源文化的教育和宣传工作。加强开源案例研究推广，形成具有国际示范性和影响力的案例，为国际治理和SDGs实践提供中国解决方案。④ 提倡将开放性和公益性的研发项目成果开源。逐步形成基于社会性共识的制度性规则，从而提高整个社会对开源的认识。⑤ 通过促

进国家资助科技成果开源开放，逐步吸引创新企业等市场主体参与使用和转化开源成果，以更好地为国家经济社会发展提供服务。这将有益于推动科技成果从研究阶段转向商业市场阶段，并达到市场成熟度，实现“创新链”“产业链”“资金链”和“人才链”顺畅连接和深度融合，使国家财政资金发挥更大引领带动作用。

5 结语及展望

20世纪70年代以来，以软件产品和服务为代表的开源协作成果逐渐成为人类在信息和通信技术领域开展的大规模协作实践范例，其中产生的巨大知识增量不仅孕育出新的软件产品、软件产业协作模式，改善了人类生产生活方式，也孕育了开源文化、社群自治机制、群智协作网络、开放式创新范式和创新公地理论等。开源创新文化产生的影响远超出软件领域，延伸到数字经济与科技治理等方面。自21世纪初的互联网革命以来，开源创新逐渐成为全球国家主体、各类市场主体及个人在复杂性高、不确定性强的科技创新前沿领域构建持续创新能力的新路径。以国家资助科研项目为引领，对提升我国科技研发的透明性和资金来源，构建有竞争力的科学中心，吸引全球高水平人才、培育前沿科技企业具有战略性意义；以开源开放涌现的点状成果，通过集成创新和技术组合从而构筑技术堆栈，对转化为不同的技术产品和产业支撑有重要作用。开源创新不仅是我国解决核心关键技术受限的有效途径，而且也是我国在新一轮科技竞争中实现引领的可能途径。因此，对于软硬件开源创新的范式建构，需要高度关注、客观研判和理性决策。

开源开放创新生态建设任重道远，要加快塑造我国开源创新的社会文化环境。随着国内开源组织如开放原子开源基金会和中国计算机学会开源发展委员会等相继成立，Open Harmony等国内开源项目快速壮大，开源芯片“一生一芯”计划、开源软件供应链“点亮计划”等活动持续开展，以及中国开源软件推进联盟、中国开源云联盟、中国RISC-V生态联盟等多元化发展，探索学术共同体开源开放发展的新模式，这些都为推进开源创新生态建设提供了较好组织保障和工作基础。为了进一步推动开源创新生态的可持续发展，在战略布局上加强创新生态系统构建，形成系统性的国家布局和规划，支撑数字中国建设，有必要从顶层设计上推动国家财政资助的科技成果开源开放，最大程度激发社会创新活力，从而进一步夯实数字公共产品的有效供给渠道。

致谢 感谢中国计算机学会开源发展委员会王怀民院士的支持与建议；感谢中国科学院科技战略咨询研究院潘教峰的指导，以及刘海波和刘应杰的建议；感谢中国计算机学会开源发展委员会开源战略工作组刘旭东、周明辉、郭晗、张国锋、刘澎、曾晋、谭中意等的讨论与建议。

参考献

1 von Hippel E, von Krogh G. Open source software and the “private-collective” innovation model: Issues for organization science. Organization Science, 2003, 14(2): 209-223.

2 Benkler Y. Practical anarchism peer mutualism, market power, and the fallible state. Politics & Society, 2013, 41(2): 213-251.

3 王宇. 开放与共享：开源创新的经济学思考. 南京：南京大学出版社, 2013: 113-151.
Wang Y. Openness and Sharing: Economic Thinking on Open Source Innovation. Nanjing: Nanjing University Press, 2013: 113-151. (in Chinese)

4 Chesbrough H, Bogers M. Explicating open innovation: Clarifying an emerging paradigm for understanding innovation// New Frontiers in Open Innovation. Oxford: Oxford University Press, 2014: 8-23.

5 Li W, Wu W J, Wang H M, et al. Crowd intelligence in AI 2.0 era. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, 2017, 18(1): 15-43.

6 Benkler Y. The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom. New Haven: Yale University Press, 2006.

7 王哲, 安晖. 从科技巨头收购开源平台看我国开源生态建设. 互联网经济, 2019, (4): 20-25.
Wang Z, An H. Viewing China's open source ecological construction from the acquisition of open source platform by science and technology giants. The Internet Economy, 2019, (4): 20-25. (in Chinese)
8 王怀民, 余跃, 王涛, 等. 群智范式:软件开发范式的新变革. 中国科学:信息科学, 2023, 53(8): 1490-1502.
Wang H M, Yu Y, Wang Tet al. Crowd intelligence paradigm: A new paradigm shift in software development. Scientia Sinica (Informationis), 2023, 53(8): 1490-1502. (in Chinese)
9 Partha D, David P A. Toward a new economics of science. Research Policy, 1994, 23(5): 487-521.
10 隆云滔, 王晓明, 顾荣, 等. 国际开源发展经验及其对我国开源创新体系建设的启示. 中国科学院院刊, 2021, 36(12): 1497-1505.
Long Y T, Wang X M, Gu R, et al. Development experience of international open source and its enlightenment to construction of open source innovation system in China. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36(12): 1497-1505. (in Chinese)
11 孟庆国, 范赫男. 强化公共数据治理 持续释放公共数据价值. 网络安全与数据治理, 2022, 41(10): 1-3.
Meng Q G, Fan H N. Strengthen public data governance and continuously release the value of public data. Cyber Security and Data Governance, 2022, 41(10): 1-3. (in Chinese)
12 迈克尔·尼尔森. 重塑发现:网络化科学的新时代. 祁澍文, 石雨晴, 译. 北京: 电子工业出版社, 2015: 89-103.
Nielsen M. Reinventing Discovery: A New Era for Networked Science. Translated by Qi S W, Shi Y Q. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2015: 89-103. (in Chinese)
13 范小青. 开源文化在中国. 武汉: 武汉大学出版社, 2022: 22-40.
Fan X Q. Open Source Culture in China. Wuhan: Wuhan University Press, 2022: 22-40. (in Chinese)

Experience and thinking of promoting open source of achievement of state-funded scientific research projects

LONG Yuntao[1†] WANG Zhe[2†] XU Zheping[3,4] WANG Tao[5] BAO Yungang[6*]
WU Yanjun[7] ZHU Qigang[8] GU Rong[9]
（1 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
2 School of Public Policy and Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China;
3 National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
4 Department of Information Resources Management, School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
5 College of Computer, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China;
6 Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
7 Institute of Software, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
8 Open Atom Foundation, Beijing 100176, China;
9 State Key Laboratory for Novel Software Technology at Nanjing University, Nanjing 210023, China）

†Contributed equally to this work
*Corresponding author

Abstract In the era of digital economy, open source innovation has become the stimulator of innovation vitality, and is becoming an important source of high-quality supply of digital public goods. This study focuses on the importance of promoting the open source of state-funded scientific research projects, and summarizes the practical experience and policy measures of major countries and regions in the world on the open source of state-funded scientific research projects. It is also emphasized that the challenges of promoting the open source of state-funded scientific research projects in China. Suggestions for promoting the establishment of an open source mechanism of scientific research achievements are presented in this paper.

Keywords state-funded, scientific research project, open source, digital pubic goods, scientific and technological achievements

隆云滔 中国科学院科技战略咨询研究院副研究员。中国计算机学会开源发展委员会首届执行委员、开源战略工作组组长。研究聚焦开源创新发展、数字经济、系统科学理论。E-mail: yuntaol@casisd.cn

LONG Yuntao Ph.D., Associate Professor of Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CASISD), Head of the Open Source Strategy Working Group, Executive Member of Open Source Development Committee in China Computer Federation (CCF ODC). Dr. Long's research interests focus on open source innovation development, digital economics, and system science theory. E-mail: yuntaol@casisd.cn

王　哲 清华大学产业发展与环境治理研究中心研究助理。中国计算机学会开源发展委员会执行委员、开源战略研究工作组秘书。研究聚焦开源创新、数字治理、科技创新政策。E-mail: wangz21@mails.tsinghua.edu.cn

WANG Zhe Ph. D. candidate, Research Assistant of the Center for Industrial Development and Environmental Governance (CIDEG), School of Public Administration, Tsinghua University, Secretary of the Open Source Strategy Working Group, Executive Member of Open Source Development Committee in China Computer Federation (CCF ODC). Her current research interests include open source innovation, digital governance, scientific and technological innovation policy. E-mail: wangz21@mails.tsinghua.edu.cn

包云岗 中国科学院计算技术研究所副所长、研究员，中国科学院大学教授。中国计算机学会开源发展委员会副主任，《中国科学院院刊》青年编辑委员会主任。从事计算机体系结构和开源芯片方向前沿研究。E-mail: baoyg@ict.ac.cn

BAO Yungang Professor and Deputy Director of Institute of Computing Technology (ICT), Chinese Academy of Sciences (CAS), Deputy Director of Open Source Development Committee in China Computer Federation, and Director of the Youth Editorial Committee for *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*. Dr. Bao's research focuses on computer systems and open source chip design. E-mail: baoyg@ict.ac.cn

■责任编辑：岳凌生